

【研究ノート】

若年女性の運動習慣が基礎代謝量，  
および体組成に及ぼす影響

武	田	秀	勝
渡	邊		綾
角	田	和	彦
星	野	宏	司
佐々木			敏
浅	野	葉	子
橋	本	伸	也

## 研究ノート

## 若年女性の運動習慣が基礎代謝量、および体組成に及ぼす影響

武 田 秀 勝  
渡 邊 綾  
角 田 和 彦  
星 野 宏 司  
佐々木 敏  
浅 野 葉 子  
橋 本 伸 也

## はじめに

現在、競技者だけでなく、多くの人がスポーツを行っており、健康維持のためのトレーニングも盛んに行っている。トレーニング効果には体組成の変化、基礎代謝の上昇など、代謝機能の向上やVO<sub>2</sub>maxと心拍出量の増加、無酸素性代謝閾値の上昇など心肺機能の向上があると考える。さまざまな形態のあるスポーツ活動の中でも学生時代に身近にある運動のひとつに運動部での活動があり、多くの学生が参加している。部活動での運動はレクリエーション目的を含んでおり、学業との両立が必要であるなどの理由で競技スポーツとは特性が異なると考えられる。

運動やトレーニングによって代謝や心肺機能にもたらされる変化については過去に多くの研究がなされており、田口ら<sup>1)</sup>は女性特久性競技者（ランナー・ボート）では1日当たりのBMR（Based Metabolic Rate）、体重当たりのBMRは非運動群と比較して優位に高値であると報告している。しかし、このような報告は競技者を対象としたものが多く、一般市民のスポーツ活動を対象としたものはほとんどない。また、運動継続と対称に運動

中止についての研究もほとんどなされていない。

大学生の場合最終学年になり、部活動を終了してから卒業後、運動を中止してしまう人も多い。身体活動量の変化によって体重の増加や体脂肪率の上昇など身体に影響が現れ、体重増加になる人も存在することが見受けられる。

しかし、特に若年女性においては「運動をする」、「運動しない」にかかわらず「やせ願望」が多いのが現状である。運動をしないで、この「やせ願望」を満たすために食事を制限し、「省エネルギー型の身体」や「隠れ肥満」になっていると考えられ、現代青少年の健康問題のひとつとして注目されている。青少年に対する健康教育のために基礎代謝や安静時代謝をひとつの指標とするとよいとの報告もある<sup>2)</sup>。基礎代謝が一日の総エネルギー消費量に占める割合は約7割であり、基礎代謝の変動は一日の消費エネルギー量に大きく影響している。また運動をすることによって身体活動量自体も変化し、エネルギー摂取と消費のバランス、身体組成が変動すると考えられる。

従って、本研究は若年女性を対象とし、大

学における運動部において運動を続けている群、運動部での活動後に中止期間のある群、運動をしていない群で基礎代謝量、身体組成、及び心拍数を測定し、部活動での運動習慣が身体におよぼす影響を比較検討する。

## 研究方法

### 1. 対象者

対象者は健康な若年女性である女子大学生(20歳～22歳)15名とし、運動歴(種類、頻度、期間、所属)についてのアンケートを行い、長期にわたって日常的に部活動での運動を継続している群(以下継続群)、長期にわたって日常的に部活動で運動を継続していたが、中止した群(以下中止群)、運動をしていない群(以下非運動群)に分類した。

運動の種類は限定せず、運動部でトレーニングを行っているものを対象とし、継続群は1年以上運動を継続しているもの、中止群は同様に1年以上運動を行った後に、6ヶ月ほどの中止期間のあるものとした。非運動群は1年以上運動習慣のないものとした。いずれの群にも属さないものは対象から除外し、継続群6名、中止群4名、非運動群5名であった。また、全員が正常な月経周期を有していた。

### 1. 運動歴の判定基準

運動歴は継続群では大学部活動での運動を1週間に2～5回、2～3時間のトレーニングを1年7ヶ月～3年7ヶ月行っていた。運動の種類は水泳3名、硬式テニス1名、剣道1名、アイスホッケー1名であった。また、長期休暇や試験期間中に運動頻度が1週間あたり0～1回に減ってしまうものがほとんどであり、6名中5名であった。

中止群では継続群と同様に部活動(水泳3名、軟式テニス1名)を1週間に2～5回、大学入学(2000年4月)から2003年4月まで

約3年間行い、その後は週に1回以下の運動に減っていた。中止期間は4月から10月までの約6ヶ月間であり、中止理由は臨床実習による余暇時間の制限であった。

非運動群のうち4名は大学入学時から運動部に所属しておらず、1名は1年間のみ運動部(硬式テニス部)に所属していたが退部し、その後2年6ヶ月は運動を行っていない。

また、対象者全員が大学入学以前にも部活動や少年団、スクール等で運動を行っていた期間があった。

### 2. 被験者の身体的特徴

各群の身体的特徴は表1に示した。年齢および身長、体重、BMIでは3群間の有意差は認められなかった。皮脂厚では上腕背部、肩甲骨下部皮脂厚ともに群間に有意差はなかった。体脂肪率では継続群と非運動群との間に有意な差を認めた。継続群に比べ中止群は低い値を示したが、中止群と他2群との間には有意差はなかった。また体脂肪量、LBMには有意差はなかった。安静時心拍数は非運動群と継続群との間に有意差を認めたが、その他の群間には差は観察されなかった。

### 3. BMR(Based Metabolic Rate)の測定法

BMRは早朝空腹時安静時代謝と同義とし、BMRの測定条件として対象者は測定の12時間前から水とお茶以外は摂取せず、測定当日の午前9時から11時、歩行あるいは車で来室し、30分以上の安静後、仰臥位のまま睡眠に入らない状態で10分間採気した。(photo1)。対象者には計測前に口頭と文章で注意事項に承諾を得た。採気は呼気ガス分析器(AE280S; ミナト医科学株式会社製)を用いて酸素摂取量( $\text{VO}_2$ )、二酸化炭素排出量( $\text{VCO}_2$ )を5秒おきに算出し、平均値を求めた。

$\text{VO}_2$ および $\text{VCO}_2$ からWeirの式<sup>3)</sup>「BMR(Kcal/分) =  $3.94 \times \text{VO}_2(1) + 1.1 \times \text{VCO}_2(1)$ 」により1分間あたりのBMRを求めた。さら

表1 被験者の身体的特徴

	継続群	中止群	非運動群	全 体
年齢 (才)	21.2±0.8	21.75±0.5	22±0.0	21.6±0.6
身長 (cm)	161.7±2.0	159.3±7.6	160.3±5.0	160.3±4.9
体重 (kg)	54.4±5.0	52.7±4.4	53.5±4.5	53.5±4.4
BMI (kg/cm <sup>2</sup> )	20.8±2.2	20.8±1.3	20.9±1.0	20.8±1.6
上腕背部皮下脂肪厚 (mm)	18.7±1.8	22.9±3.4	23.7±3.7	18.1±3.6
肩甲骨下部皮下脂肪厚 (mm)	15.8±2.0	17.1±2.5	18.1±3.0	16.9±2.5
体脂肪率 (%)	23.6±1.9*	26.7±1.8	27.7±2.3	25.8±2.7
体脂肪量	12.9±1.9	14.1±2.0	14.8±2.1	13.9±2.0
LBM (kg)	41.5±3.5	38.6±2.4	38.4±2.9	39.7±3.2
安静時心拍数 (bpm)	56.0±5.5*	57.1±3.0	67.7±7.4	60.2±7.7

\* p < 0.05 (非運動群と比較して有意差あり)

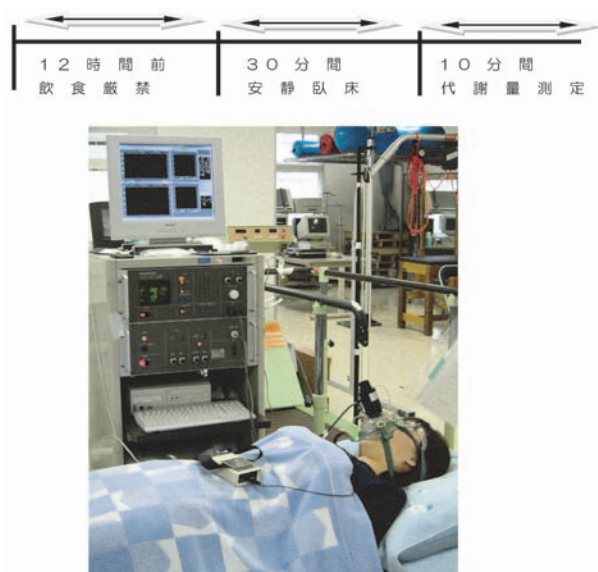


photo1 Breath by Breath 法による基礎代謝量の測定

に1440 (分) を積算し，一日あたりのBMRとした。同時に心拍数をモニターして安静状態を確認，記録した。測定は月経周期を考慮し，月経期間を除いて行うこととした。計測は10月～11月に行い，温度は21～25℃，湿度は752～787mmHgであった。気温の差に応じてタオルケットをかける，窓を開けるなど対象者の快適な湿度を保つように配慮した。

また，予測BMR値を第6次改定の日本人の栄養所要量<sup>4)</sup>に採用された「体重を用いた推定式 $18.3 \times \text{体重} + 272$ 」から算出した。

BMRの測定に関しては早朝空腹時安静代謝をBMRと同等であると考えた。BMRは生命維持のためだけにエネルギー消費が行われている状態の代謝のことであり，室温20℃で安静早朝臥床，空腹状態で測定される。この状態を設定することが難しいため，多くの研究で早朝空腹時安静時代謝をBMRとして採用している方法である<sup>2)</sup>。

#### 4. 身体組成

空腹状態で身長・体重を計測しBMI (body

mass index) を算出した。体脂肪率の測定は皮脂厚計キャリパー（ファットオーメーター；竹井機器工業株式会社製）を用いて肩峰と肘頭の中点の上腕背部および肩甲骨下部の皮脂厚を求め、得られた式を長嶺の式<sup>5)</sup>「 $1.0897 - 0.00133 \times (\text{上腕背部} + \text{肩甲骨下部})$ 」に代入して体密度（D）を予測し、体脂肪率を「 $(4.570 \div D - 4.142) \times 100$ 」により計算した。キャリパーでの測定では検者は十分に計測練習を行い、7回の測定値のうち中央5値の平均をとって皮脂厚とした。また、LBM（Lean Body Mass）を「 $\text{LBM} = \text{体重} \times \text{体脂肪率}$ 」によって求めた。

本研究において用いたキャリパーによる皮脂厚測定は、測定部位のずれ、つまみ方、キャリパーのあて方などの問題点が挙げられている。しかし、水中体重秤量法による体密度と皮脂厚、インピーダンス法と皮脂厚法による体脂肪率との間に高い相関関係を示すことが知られている<sup>5)</sup>。文献にある注意事項「練習を繰り返し十分に行う」「測定部位は1部位につき5回行い、平均値を測定値とする」などを満たすよう行った。

## 5. 統計処理

各平均値は平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。3群間の平均の差の検定には一元は分散分析を行い、有意差が見られた場合にはpost-hoc testとしてBonferroniの多重検定を行った。また、全対象者の身長計測値と一日あたりのBMR相関関係については回帰分析を行い、ピアソンの相関係数を用いた。予測BMRと実測BMRの比較にはstudent-t検定を5%有意水準で行った。

## 6. 倫理的配慮

研究協力に先立って、研究内容および、情報開示の範囲（研究論文以外に使用しない）を口頭で説明して、研究の趣旨を理解した被験者の身に承諾書に署名をしたものを研究に

関する契約として記録した。

## 結 果

### 1. BMR の測定結果

被験者のBMRの結果は表2、図1に示した。

表2 3群における基礎代謝量の測定結果

BMR	継続群	中止群	非運動群	全 体
(kcal/d)	1084 $\pm$ 127	1036 $\pm$ 93	1010 $\pm$ 73	1046 $\pm$ 101
(kcal/kg BW/d)	20 $\pm$ 1.9	19.7 $\pm$ 0.4	19.0 $\pm$ 0.5	19.6 $\pm$ 1.2
(kcal/kg LBM/d)	26.2 $\pm$ 2.4	26.8 $\pm$ 0.8	26.3 $\pm$ 0.7	26.4 $\pm$ 1.6

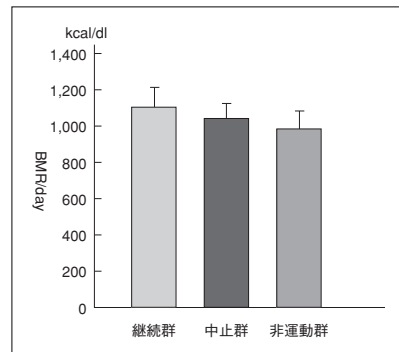


図1 3群の基礎代謝量の比較

1日あたりのBMRは922~1281kcal/dであった。群間比較では1日あたりのBMR (kcal/d)，体重あたりのBMR (kcal/kg BW/d)，LBMあたりのBMR (kcal/kg LBM/d) はいずれも有意な差は認められなかった。

全被験者の図2に示した通りであり，BMRとLBMとの間に高い正の相関関係が認められた。

また，予測BMR値では平均は体重を用いた推定式で $1252 \pm 80.3$  (kcal/d)であり実測のBMR値は予測BMR値と比較して有意 ( $p < 0.01$ ) に低値を示した。

また，3群における除脂肪体重の比較については図3に示した。

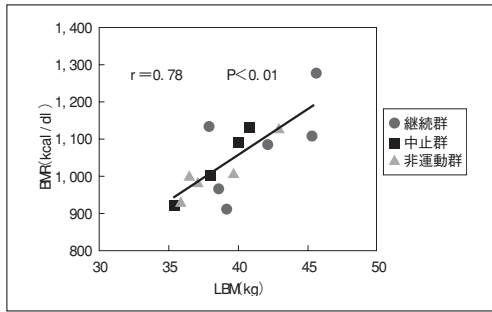


図2 基礎代謝量と除脂肪体重の相関関係 ( $r=0.78, 0.74, p<0.01$ )

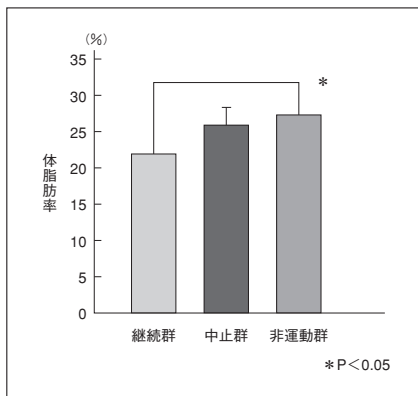


図3 3群の体脂肪率の比較

## 考 察

### 1. 身体的特徴と BMR

肥満に伴い、体重あたりの BMR 値が低くなるのが一般に認められており、LBM あたりの BMR を比較した時には差が認められないことが示唆されている<sup>1)6)</sup>。また、年齢による基礎代謝の減少は加齢に伴う LBM の減少が原因であることが推測されている<sup>7)</sup>。LBM には臓器や筋の量が含まれており、競技者では特に筋量の増加によって BMR に変化が現れるものと考えられている。

本研究においても対象者全員の BMR の値から体重と LBM に有意な正の相関が認められ、先行研究と同様の結果が観察された。

運動継続群においては非運動群に比べて基礎代謝には差がなく、体脂肪率において有意

な差が認められた。BMR については前述のように体重、LBM と BMR に相関関係があることから、各群間比較における身長、体重、LBM に差がなかった事で BMR にも差がみとめられなかったものと考えられる。この結果から部活動での運動では筋量が増加するほどの負荷がないことが推測される。また、体脂肪率が低いことから、運動でのエネルギー消費が脂肪を燃焼するだけにとどまっていることが推測される。

一般女性の運動と代謝の関係についての報告がいくつかなされている。松永ら<sup>8)</sup>は若年女性のレジスタンストレーニングによる安静時代謝への影響について、週に5回、8週間のトレーニングでは体重増加、体脂肪量の低下、体脂肪率の低下などの変化が現れたものの、BMR には変化が現れなかったと報告している。荒巻ら<sup>9)</sup>は若い女性の安静時代謝は運動習慣の生活要因では差が現れなかったことを報告している。また岡本ら<sup>10)</sup>は定期的な運動習慣によって体脂肪率は減少し LBM にほとんど変化がなかったと確認している。

従って、部活動での1年以上、週2～5回、2～3時間の運動では筋量の増大、BMR を高めることができないことが認められた。被験者が所属する部は水泳部、硬式テニス部、軟式テニス部、剣道部、アイスホッケー部とさまざまであった。これらの運動部には筋力、持久力ともに必要であるが、部活動の特徴としてレクリエーション目的を含んでいること、参加が学生個人の任意であり、学業との両立のため試験期間中に運動頻度が減ってしまうことにより運動の負荷が十分でないことが原因として推察される。BMR を増加させるためには筋量を増量するレジスタンストレーニングを積極的に取り入れ、負荷を増大する必要があると思われる。部活動のような運動形態では心肺機能への影響はあるものの、競技者のように筋量の増大によって BMR を高くしてエネルギーを消費するまではいたらず、



活動を続けることによってはじめてエネルギー消費量が保たれるものと推察される。

また、部活動でのもうひとつの特徴として本研究の被験者である若年女性（女子大学生）は最終学年に伴う運動中断が考えられる。引退に伴って多くの学生が運動を中止している。体脂肪率では中止群の値は継続群と非継続群との間に位置していたが、有意な差は認められなかった。これは、6ヶ月の中止期間によって身体活動量が低下し身体組成が運動をしていない状態に戻りつつあることを示していると思われる。先行研究においてもトレーニングによって得られた身体様々な効果はトレーニング中止とともに消退してしまうことがわかっている<sup>6)</sup>。体脂肪率の増加傾向が見られたことから、エネルギー代謝に関するトレーニング効果が減退していることが推測された。したがって部活動のような低い運動負荷では、継続しない限りエネルギー消費を保つことができず、運動の中止とともに体重・体脂肪の増加をきたしてしまうことが推測される。

運動継続、中止群と非運動群との比較から、肥満を防止していくことを目的とする場合には定期的に運動習慣を実践していくことの重要性が示唆された。また、部活動での運動は自由に活動に参加できるため、活動が不定期になりやすいことや一時的な休止期間があることがある。このような特性は一般市民の運動も同様であると考えられ、一般市民が運動を行う場合にも習慣的な運動には継続することが不可欠であると推測される。

## 2. 予測 BMR と実測 BMR との比較

予測 BMR と実測 BMR とでは大きく差があった。群間や体格、体脂肪による差はなかった。栄養学の文献では、荒巻ら<sup>9)</sup>は安静時代謝で1302kcal すなわち BMR では1.2で除し BMR では1085kcal、細田ら<sup>2)</sup>は安静時代謝1187kcal すなわち BMR は989kcal と報告している。

本研究の結果は現代若年女性とほぼ同等であることが認められた。基礎代謝量が低い状態では、エネルギー所要量<sup>4)</sup>1800Kcal（生活活動強度Ⅱ やや低い）の食事を摂取すると体重増加が示される。このような結果から増大する体重増加を抑制するために食事の摂取量（過剰エネルギーの摂取）を考慮することも考えられる。また、ほとんどの被験者がダイエット願望（17名中16名）を持っており、このように現代の女子学生では BMR の減少による隠れ肥満などが起こっている可能性が高いことが示唆された。

この悪循環を解消するためにも前述のように定期的な運動継続によるエネルギー消費や筋量のコントロールによる BMR の増加、体重の調整を行っていくことが有効であることが示唆された。

## まとめ

本研究では運動部での運動歴は健康な若年女子17名を部活動での運動歴に基づき継続群、中止群、非運動群に分類し、BMR/日、HR、身長、体重、体脂肪率、LBM を測定した。測定値より BMR/体重、BMR/LBM を求め、部活動での運動習慣が身体におよぼす影響を検討した。

その結果、

- ① 測定項目のうち体脂肪率では継続群が非運動群に比べて有意に低かった。
- ② BMR/日、BMR/体重、BMR/LBM は差が見られなかった。
- ③ 全被験者の BMR は体重、LBM と相関関係が見られた。BMR と体重、LBM との相関関係より筋量によって BMR が変化することが推測される。
- ④ 運動部での活動は負荷や頻度が低く、体脂肪率の減少は起きるものの筋量の増大までは起こらないと思われる。したがって定期的な運動習慣の継続の重要性が示

唆された。

以上のことから，体組成，基礎代謝量の関連について，運動の継続性の重要性が示唆された。

本研究は一部，平成24年度北星学園大学共同研究助成金により実施されたものである。

## 引用文献

- 1) 細田泰子, 他: 若年女性の安静時エネルギー消費量の検討 (第一報). 埼玉県立大学紀要 Vol. 2 21-26 2000
- 2) 田口素子, 他: 女性持久性競技者の基礎代謝量. 栄養学雑誌 Vol.59 No. 3 127-134 2001
- 3) Weir, et/al: New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J. Physiol., 109 1-9 1949
- 4) 新しい食生活を考える会: 新ビジュアル食品成分表. 大修館書店 280-293 2001
- 5) 甲田道子, 他: 体脂肪量の測定法 各論-具体的主手技と問題点-皮下脂肪厚法. 日本臨床 53号1995年特別号 189-193 1995
- 6) 石田浩之: スポーツの中止に伴う身体変化代謝から見た変化-競技者の繰り返す減量も含めて-. 臨床スポーツ医学 Vol.14 No. 1 15-21 1997
- 7) 吉武裕, 他: 運動とエネルギー代謝 運動の日常生活エネルギー消費への影響. 体育の科学 Vol.52 No. 6 436-441 2002
- 8) 平川文江, 他: 若年女性のレジスタンストレーニングが体組成と安静時代謝に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌 Vol. 8 No. 2 353-359 1998
- 9) 荒巻輝代, 他: 若い女性の安静時代謝量に影響する生活要因. 体力・栄養・免疫学雑誌 第12巻第2号 96-101 2002
- 10) 岡本孝信, 他: 定期的な運動習慣が女子大生の体脂肪および有酸素能力に及ぼす影響. 総合検診 Vol.30 No. 2 222-226 2003



[Abstract]

## A study on the Basal Metabolic Rate and Body Composition of Young Women

Hidekatsu TAKEDA  
Aya WATANABE  
Kazuhiko TSUNODA  
Hiroshi HOSHINO  
Tsutomu SASAKI  
Yoko ASANO  
Nobuya HASHIMOTO

This study used 15 young women as subjects. Based on their memberships in college sport clubs, they were divided into three groups: a training group, a retired group and a non-training group. Then, the subjects' Basal Metabolic Rates (BMR), their body composition, and their heart rates were compared. College sport clubs are popular among students, and unlike competition-oriented sports associations, they don't require their members to solely focus on training but rather encourage them to excel in academic work as well. The research found that the training group had a significantly lower percentage of body fat than both the retired and the non-training groups ( $<0.05$ ). But there was no significant difference in the BMR/day (ave.  $1046 \pm 101$  Kcal). Significant correlations ( $r=0.74$   $0.78$ ) were observed between BMR, body weight, and Lean Body Mass (LBM) among all subjects, which often is attributed to an increase in muscle volume. However, unlike competition-focused athletes, the subjects in this study engaged in exercise of mild intensity, so their intensity of exercise and resistance force were not enough to increase muscle volume. The change is assumed not to be caused by an increase in muscle volume but by an increase in fat burning.